

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード (参考)
H01M 8/02		H01M 8/02	E 5H018
4/86		4/86	B 5H026
8/04		8/04	J 5H027
			N
8/06		8/06	R

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全9頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-176563

(22) 出願日 平成11年6月23日 (1999.6.23)

(71) 出願人 000002967

ダイハツ工業株式会社

大阪府池田市ダイハツ町1番1号

(72) 発明者 中西 治通

大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内

(74) 代理人 100086380

弁理士 吉田 稔 (外2名)

Fターム(参考) 5H018 AA04 AA06 AS02 EE10

5H026 AA04 AA06 CC03 CC08 EE08

5H027 AA04 AA06 BA01 BA13 BA16

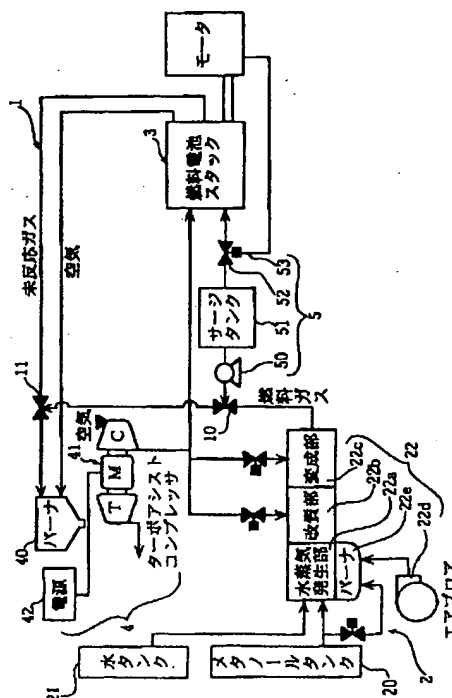
BA17 BC11

(54) 【発明の名称】 燃料電池および燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池に要求される電氣的な出力値の大きさが変動する場合であっても、燃料電池に対して、要求される出力に応じれるだけの水素ガスを供給できるようにする。

【解決手段】 水素ガス供給源2から、燃料電池（スタック）3に水素ガスを供給するように構成された燃料電池システム1において、水素ガス供給源2と燃料電池3との間に、当該燃料電池3における水素ガスの消費が少ないときに水素ガス供給源2からの水素ガスないし圧力を蓄え、燃料電池3における水素ガスの消費が多いときに蓄えた水素ガスないし圧力を放出するサージング防止手段5を設けた。また、燃料電池3の負極部もしくはその近傍に、たとえば水素吸蔵合金からなる水素吸蔵手段を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素ガスを水素イオンと電子に解離する負極部、水素イオンの移動を許容する電解部、および水素イオン、電子、酸素ガスを反応させて水を生成する正極部のそれぞれが、水素ガス供給手段が設けられた第1のプレートと、酸素ガス供給手段が設けられた第2のプレートとの間に設けられた燃料電池であって、上記第1のプレートと上記電解部との間に、上記水素ガス供給手段からの水素ガスの一部を吸蔵し、必要に応じて吸蔵した水素ガスを放出する水素吸蔵手段が設けられていることを特徴とする、燃料電池。

【請求項2】 上記水素吸蔵手段は、雰囲気状態や水素ガスの吸蔵状態に応じて、雰囲気中の水素ガスを吸蔵し、あるいは雰囲気中に水素ガスを放出する能力を有する水素吸蔵合金により構成されている、請求項1に記載の燃料電池。

【請求項3】 上記負極部は、触媒粉末が固定された負極触媒部を有しており、上記水素吸蔵合金は、粉末状とされて上記触媒粉末とともに上記触媒部に固定されている、請求項2に記載の燃料電池。

【請求項4】 上記水素吸蔵手段は、上記第1のプレートと上記負極部との間に、粉末状とされた上記水素吸蔵合金が固定された多孔質体として、あるいは板状の上記水素吸蔵合金が加工されたメッシュ状板として設けられている、請求項2に記載の燃料電池。

【請求項5】 水素ガス供給源から、燃料電池に水素ガスを圧送するように構成された燃料電池システムであって、

上記水素ガス供給源と上記燃料電池との間に、当該燃料電池における水素ガスの消費が少ないときに上記水素ガス供給源からの水素ガスなしい圧力を蓄え、上記燃料電池における水素ガスの消費が多いときに蓄えた水素ガスなしい圧力を放出するサージング防止手段を設けたことを特徴とする、燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水素ガスと酸素ガスとの反応により電気エネルギーを生じる燃料電池、およびそれを備えた燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池は、負極活物質としての水素を、プラチナ（白金）などの触媒と接触させて電子とプロトンに解離した後、このプロトンを正極活物質としての酸素と反応させて水が得られるという反応機構に基づいている。すなわち、燃料電池では、負極側において水素から放出された電子の移動により起電力が生じるようになされている。

【0003】 このような原理に基づけば、化学的エネルギー変化を直接的に電気エネルギーに変換できるため、他の発電方式に比べて極めてエネルギー効率が低い。このこと

は、カルノーサイクルに基づく内燃機関に比べて燃料電池はエネルギーロスが少なく、内燃機関の代替手段である電気自動車用のモータの駆動源としても有用であることを意味している。そして、燃料電池では、排気ガスが主として水蒸気であり、内燃機関のように窒素化合物、炭化水素、一酸化炭素といった有害ガスが排出されることもないため、環境保護の観点からも燃料電池を駆動源とした電気自動車の実用化が望まれている。

【0004】 燃料電池は、一般的には単独で使用されることはなく、当該燃料電池に水素を供給する手段などとともに燃料電池システムを構築する。この燃料電池システムは、たとえば図3に示したように、複数の燃料電池が直列的に積層された構成の燃料電池スタック3と、水素ガス供給源2と、を備えて大略構成されている。図示した燃料電池システム1では、水素ガス供給源2は、原料メタノールを水蒸気改質して水素リッチな燃料ガスとして水素ガスが供給されるようになされている。具体的には、メタノールタンク20、水タンク21、および改質装置22を備えて水素ガス供給源2が構成されている。そして、改質装置22はさらに、水タンク21からの水を蒸気化する水蒸気発生部22a、メタノールタンク20からのメタノールと水蒸気発生部22aからの水蒸気と接触させて、メタノールから水素リッチな燃料ガスを得る改質部22b、および燃料ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成して燃料ガスの毒性を低下させる変成部22c、およびエアブロー22dを有している。燃料電池スタック3には、エアブロー22dから推進力を得て、改質装置22によって生成された燃料ガスが供給されるとともに、コンプレッサ4により空気（酸素ガス）が供給される。そして、燃料電池スタック3では、燃料ガス（水素ガス）と空気（酸素ガス）の反応により電気エネルギーが得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このような燃料電池システム1は、たとえば電気自動車に組み込まれて、モータの駆動源として使用される。この場合、燃料電池スタック3に要求される電氣的な出力値は、モータの負荷、すなわち自動車の走行状態などに依存するが、自動車の走行状態が一樣でないため、モータに要求される負荷も変動する。したがって、モータの負荷要求に対して、燃料電池スタック3の電氣的出力を対応させることができれば、燃料電池システム1としてのエネルギー効率が非常に良くなる。ところが、エアブロー22dなどでは、燃料電池スタック3内に一定量以上の燃料ガス（水素ガス）を送り込むのが困難であり、燃料電池スタック3において一定値以上の出力を得ることができず、モータの負荷要求が大きい状況に対応できない。

【0006】 本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、燃料電池に要求される電氣的な出力値の大きさが変動する場合であっても、燃料電池に対し

て、要求される出力に応じれるだけの水素ガスを供給できるようにすることをその課題としている。

【0007】

【発明の開示】上記の課題を解決するため、本発明では、次の技術的手段を講じている。

【0008】すなわち、本発明の第1の側面により提供される燃料電池は、水素ガスを水素イオンと電子に解離する負極部、水素イオンの移動を許容する電解部、および水素イオン、電子、酸素ガスを反応させて水を生成する正極部のそれぞれが、水素ガス供給手段が設けられた第1のプレートと、酸素ガス供給手段が設けられた第2のプレートとの間に設けられた燃料電池であって、上記第1のプレートと上記電解部との間に、上記水素ガス供給手段からの水素ガスの一部を吸蔵し、必要に応じて吸蔵した水素ガスを放出する水素吸蔵手段が設けられていることを特徴としている。

【0009】上記燃料電池の水素吸蔵手段は、負極部周りの水素が過剰な状態では、水素を吸蔵する傾向にあり、水素が欠乏した状態では、吸蔵した水素を放出する傾向を有している。したがって、水素ガスが定常的に供給されて、定常的に電気エネルギーを取り出すように構成されたシステムにおいて燃料電池が使用される場合ばかりでなく、電気自動車のモータの駆動源のように、負荷要求が変動する状況下においても、水素吸蔵手段による水素の吸蔵・放出により負荷要求の変動に対応することができる。つまり、負荷要求の大きな状況下では、負極周りの水素ガスが早急に消費されて、直接的に供給される水素ガスのみでは、水素が量的に欠乏した状態に陥りやすいが、この欠乏量を、水素吸蔵手段から放出される

水素により補うことができる。

【0010】ここで、水素吸蔵手段としては、物理的あるいは化学的手法により水素を吸蔵できる手段であればよく、たとえば水素吸蔵合金を使用することが考えられる。この水素吸蔵合金は、雰囲気状態（雰囲気の圧力や温度など）や水素吸蔵合金の水素の吸蔵状態（最大水素吸蔵量に対する実際の吸蔵されている水素量）に応じて、雰囲気中の水素を吸蔵し、あるいは雰囲気中に水素を放出する能力を有するものである。

【0011】ところで、負荷要求が大きな状況下では、先にも述べたように、燃料電池内、とくに負極部の周りにおいては、水素ガスが量的に欠乏した状態に陥りやすく、しかも定常的な状態と比較して圧力の低い状態に陥りやすい。この状態は、水素吸蔵合金にとっては水素を放出しやすい状態であり、吸蔵した水素を積極的に負極部の周りに放出し、水素吸蔵合金が水素ガスの欠乏状態に自動的に対応することとなる。すなわち、水素吸蔵合金を用いた手段では、水素ガス濃度の検知手段を別途設けるまでもなく、負極部の周りの水素濃度、すなわち燃料電池に要求される電氣的出力に応じて、水素の吸蔵・放出を繰り返して、燃料電池に要求される出力変動に適切に対応することができる。

【0012】なお、水素吸蔵合金としては、たとえば下記の表に掲げたものを挙げることができ、本発明では、これらの水素吸蔵合金のいずれをも使用することができる。なお、下記の表には、水素を最大に吸蔵した水素化合物の状態、水素吸蔵合金の組成が示されている。

【0013】

【表1】

水素化合物	水素含有率 [wt%]	水素解離圧 [MPa]	生成熱 [kJ/mol H ₂]
Mg ₂ NiH _{4.0}	3.6	0.1(250℃)	-64.4
CaNi ₅ H _{4.0}	1.2	0.04(30℃)	-33.5
LaNi ₅ H _{6.7}	1.4	0.4(50℃)	-30.1
MnNi ₅ H _{6.3}	1.4	3.4(50℃)	-26.4
MnNi _{4.5} Al _{0.5} H _{4.9}	1.2	0.5(50℃)	-23.0
FeTiH _{1.9}	1.8	1.0(50℃)	-33.5
TiFe _{0.7} Mn _{0.2} H _{1.33}	1.3	0.2(40℃)	-32.1
TiFe _{1.15} O _{0.024} H _{1.8}	1.6	0.4(40℃)	-31.8
TiCoH _{1.4}	1.3	0.1(130℃)	-57.7
TiMn _{1.5} H _{2.47}	1.8	0.7(20℃)	-28.5
Ti _{0.9} Zr _{0.1} Mn _{1.4} V _{0.2} Cr _{0.4} H _{3.2}	2.1	0.9(20℃)	-29.3
TiCr _{1.8} H _{3.6}	2.4	0.2(-78℃)	—

【0014】ところで、第1のプレートおよび第2のプレートは、これらのプレートの間に電池として機能する領域を規定し、また確保するために設けられるばかりか、水素ガス供給手段や酸素ガス供給手段が設けられて水素ガスや酸素ガスを供給する際に利用されるものである。このため、電池として機能する部分の発熱に対応できるように耐熱性に優れ、また水素ガスや酸素ガスに腐

食されにくく機械的強度が高いことが要求されるため、たとえば各種の金属や合金（チタン、ステンレス鋼やチタン合金など）を加工することによって形成される。

【0015】正極部および負極部は、たとえば触媒層および集電体を含んだ構成、あるいは触媒層としての機能と集電体としての機能の双方を併せ持つ電極部（正極部あるいは負極部）として、触媒層に相当するものと集電

体に相当するものを一体的に形成した構成であってもよい。そして、負極部においては、水素吸蔵合金の粉末ないし粒を触媒層や集電体、あるいは負極部全体に分散固定して、負極部に水素吸蔵手段を一体的に形成してもよい。

【0016】触媒層と集電体とを別体形成する構成においては、触媒層は、たとえば多孔質担体に触媒を担持させた構成としてもよく、また電解部が固体状の場合には、電解部の表面に直接的に塗布形成してもよい。

【0017】前者の構成の触媒層を形成する方法としては、たとえば次に説明する2つの方法が考えられる。第1の方法は、炭素粒などの導体粒に触媒粉末を予め担持させたものを固めて多孔質マトリクスとして、これを触媒層とする方法である。第2の方法は、炭素粒などの導体粒を固めて多孔質マトリクスを形成した後に、この多孔質マトリクスに触媒成分を含む溶液を含浸させて熱処理することにより、マトリクスに触媒を担持させて触媒層とする方法である。

【0018】ところで、水素吸蔵合金の粉末ないし粒を、触媒層に固定して水素吸蔵手段を触媒層に一体的に設けてもよいのは、上述した通りである。たとえば第1の方法により触媒層を形成する場合には、水素吸蔵合金の固定は、たとえば次のようにして行われる。すなわち、触媒粉末を担持させた導体粒を固める前に、触媒担持導体粒と水素吸蔵合金の粉末ないし粒とを混合しておき、この混合物を固めることにより、触媒層に水素吸蔵手段が一体的に設けられる。一方、第2の方法により触媒層を形成する場合には、導体粒を固めた多孔質マトリクスを形成する前に、導体粒と水素吸蔵合金の粉末ないし粒を混合しておき、この混合物を固めることにより、水素吸蔵手段が一体的に設けられた多孔質マトリクスを形成し、これに触媒を担持させて、触媒層に水素吸蔵手段を一体的に形成してもよい。また、導体粒のみにより多孔質マトリクスと形成し、触媒成分を含む溶液に水素吸蔵合金の粉末ないし粒を混合してスラリー状とし、このスラリーを導体粒からなる多孔質マトリクスに付着させた後に熱処理することにより、触媒成分とともに水素吸蔵合金を多孔質マトリクスに担持させてもよい。

【0019】後者の構成の触媒層は、たとえば触媒を担持した担体としての炭素粉末を有機溶剤により、あるいは触媒と炭素粉末との混合物を有機溶剤によりペーストや懸濁液としたインクを、スクリーン印刷などの手法により電解部に塗布し、溶剤成分を蒸発させることにより形成される。また、フッ素樹脂製の撥水シートに、スクリーン印刷・乾燥などの手法により触媒層となるべき炭素薄膜を形成した後に、これを電解部に熱転写して触媒層を形成してもよい。

【0020】このような方法により触媒層を形成する場合には、電極部に直接的に、あるいは撥水シートにスクリーン印刷する際のインクに、予め水素吸蔵合金の粉末

ないし粒を混ぜ込んでおくだけで、触媒層に水素吸蔵合金からなる水素吸蔵手段を一体的に設けることができる。

【0021】なお、正極部の触媒層では、酸素ガスを水素イオンや電子と反応させている必要があることから、当該触媒層を構成する触媒としては、たとえば白金、金、銀、ロジウムなどが採用される。一方、負極部の触媒層では、水素ガスを水素イオンと電子に解離する必要があることから、当該触媒層を構成する触媒としては、たとえば白金、金、ニッケル、炭化タングステンなどが採用される。

【0022】また、触媒層と集電体とを別体形成する構成においては、正極部の集電体は、酸素ガスを通過させてこれを正極部の触媒層にまで達するようにし、また正極部の触媒層に電子を供給する機能を有する。一方、負極部の集電体は、水素ガスを通過させてこれを負極部の触媒層まで達するようし、また負極部の触媒層において生じた電子を集める機能を有する。このため、集電体は、適当な多孔度を持ち、かつ良好な電子導電体であることが要求される。もちろん、機械的強度に優れ、電解質に侵されにくいことも要求される。このような要求を充足する集電体の構成材料としては、炭素系素材（カーボンブラックなどの炭素粉末や炭素繊維など）、ニッケル、ニッケルクロム合金、ニッケルコバルト合金、銀、チタン、タンタル、酸化物半導体などが挙げられる。これらの材料は、たとえば導体粒としたものを固めて多孔質マトリクスの形態とし、また炭素繊維の場合には布状の形態として集電体を構成するのが好ましい。

【0023】このように構成される集電体においても、水素吸蔵手段を一体的に設けてもよいのは、上述した通りである。集電体が多孔質マトリクスとして構成される場合には、水素吸蔵手段は、たとえば多孔質マトリクスとして構成された触媒層の場合と同様な手法により形成される。

【0024】もちろん、水素吸蔵手段を、触媒層や集電体を含めた負極部に一体的に設けずに、負極部とは別体として、たとえば第1のプレートと負極部の間に設けてもよい。この場合、第1のプレートに設けられた水素ガス供給手段からの水素ガスが、水素ガス供給手段を介して負極部まで良好に達することができるように、水素吸蔵手段は、通気性に優れた形態、たとえば多孔質体やメッシュ状の形態とするのが好ましい。水素吸蔵手段を多孔質体として構成する場合には、たとえば水素吸蔵合金の粉末ないし粒を焼結させ、あるいはバインダを用いて固めることにより、また、適宜の多孔質マトリクスを担体として、水素吸蔵合金の粉末ないし粒を担持固定して水素吸蔵手段を多孔質体として形成してもよい。また、メッシュ状の形態とする場合には、たとえば板状とされた水素吸蔵合金を加工することにより、また、メッシュ状とされた担体に、水素吸蔵合金の粉末ないし粒を担持

固定して水素吸蔵手段を多孔質体として形成してもよい。

【0025】電解部は水素イオンの移動を許容する電解質を含み、この電解質としては、たとえば固体高分子、アルカリ溶液、超強酸やリン酸の溶液、炭酸塩、あるいは固体酸化物などが挙げられる。

【0026】固体高分子は、たとえば膜状ないしシート状に形成されて電解部を構成する。ポリスチレン系の陽イオン交換膜、たとえばペルフルオロスルホン酸ポリマーが好適に使用される。このポリマーは、水により湿潤した場合にプロトン導電性を示すものであり、負極触媒層において水素ガスの解離により生じたプロトン（水素イオン）は、水和した状態で透過で電解部を通過し、正極触媒層に移動するようになされている。

【0027】アルカリ溶液としては、水酸化カリウム溶液などが挙げられ、超強酸溶液としては、フルオロエタンスルホン酸溶液、ジフルオロメタンスルホン酸溶液、ジフルオロメタンジホスホン酸溶液、トリフルオロメタンスルホン酸溶液、トリフルオロエタンスルホン酸溶液、テトラフルオロエタンスルホン酸溶液、あるいはテトラフルオロプロパンスルホン酸溶液などが挙げられる。

【0028】アルカリ溶液、超強酸溶液あるいはリン酸溶液は、たとえば炭化ケイ素などの粉末をポリテトラフルオロエチレンなどの樹脂で結着した多孔質マトリックスに含浸・保持させて電解部とされる。

【0029】炭酸塩としては、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、あるいは炭酸リチウムなどが挙げられ、これらを単独で使用しても、複数種を混合して混合溶融塩として使用してもよい。炭酸塩は、たとえばアルミニウム酸リチウム粒子と混合して炭酸塩の融点よりも10℃程度低い温度でホットプレスすることにより、あるいはアルミニウム酸リチウム板に含浸させて電解部とされる。この電解部では、高温運転することにより炭酸塩が溶融して炭酸イオン導電体となる。

【0030】固体酸化物としては、酸化ジルコニウム、酸化カルシウム、酸化イットリウム、酸化イッテルビウム、酸化スカンジウム、酸化ネオジム、酸化ガドリニウム、あるいは酸化ランタンなどが挙げられ、これらの固体酸化物のうち、とくに酸化ジルコニウムが好適に使用され、また、酸化ジルコニウム中のジルコニウム原子の一部を、他の固体酸化物の構成原子に置換固溶したものであってもよい。

【0031】なお、本発明に係る燃料電池は、複数直列的に積層して、燃料電池スタックとして使用することもできる。燃料電池スタックでは、隣り合う燃料電池どうしで同一のプレートを用いることもできる。この場合、共用するプレートの一面側には水素ガス供給手段が設けられ、他面側には酸素ガス供給手段が設けられる。また、各プレートの各々の水素ガス供給手段どうし、お

よび酸素ガス供給手段どうしをそれぞれ連通させ、一方所から水素ガスを供給すれば各プレートの全ての水素ガス供給手段に水素ガスが流通し、同様に、一方所から酸素ガスを供給すれば各プレートの全ての酸素ガス供給手段に酸素ガスが流通するように構成してもよい。さらに、共用するプレートを、導体により構成するとともに、一方の燃料電池の正極集電体および他方の燃料電池の負極集電体の双方に導通するように構成してもよい。この構成では、他方の燃料電池の負極集電体に集められた電子が、共用するプレートを介して一方の燃料電池の正極集電体に供給され、この電子が一方の燃料電池の正極触媒層における水の生成反応に寄与することとなる。

【0032】また、本発明の第2の側面においては、水素ガス供給源から、燃料電池に水素ガスを圧送するように構成された燃料電池システムであって、上記水素ガス供給源と上記燃料電池との間に、当該燃料電池における水素ガスの消費が少ないときに上記水素ガス供給源からの水素ガスなしいし圧力を蓄え、上記燃料電池における水素ガスの消費が多いときに蓄えた水素ガスなしいし圧力を放出するサージング防止手段を設けたことを特徴とする、燃料電池システムが提供される。

【0033】この構成においては、本発明の第1の側面において記載した水素吸蔵手段を設けた燃料電池と同様に、燃料電池に要求される電気的出力の変動に適切に対応することができる。すなわち、燃料電池に要求される電気的出力が大きい場合には、サージング防止手段において蓄えた水素ガスを放出して供給される水素濃度を実質的に大きくし、あるいは蓄えた圧力を開放して供給される水素ガスの流量を大きくすることにより対応することができる。

【0034】なお、サージング防止手段としては、一定量の水素ガスや圧力を溜めておくことができるいわゆるサージタンクの他、本発明の第1の側面において説明した水素吸蔵合金からなる水素吸蔵手段に相当するものなどが挙げられる。

【0035】また、水素ガス供給源としては、たとえば水素ガスを充填したボンベ、水素を吸蔵した水素吸蔵合金、あるいは炭化水素類などを改質して水素ガスを生成する装置などが挙げられる。

【0036】本発明のその他の特徴および利点は、以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態を、図1または図2を参照して具体的に説明する。なお、図1は、本発明に係る燃料電池システムの一例を表すブロック図、図2は、燃料電池を説明するための断面図である。

【0038】図1に示したように、燃料電池システム1は、水素ガス供給源2、燃料電池スタック3、および空気供給手段4を備えて大略構成されている。

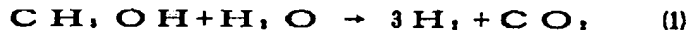
【0039】水素ガス供給源2は、たとえばメタノールタンク20、水タンク21、および改質装置22からなり、改質装置22はさらに、水蒸気発生部22a、改質部22b、変成部22c、エアブロー22d、およびバーナ22eを有している。

【0040】水蒸気発生部22aは、主として水タンク21からの水を、バーナ22eからの熱により加熱して蒸気化する役目を果たすものである。そして、この水蒸気発生部22aには、メタノールタンク20からのメタノールも供給されて、メタノールの昇温が同時に行われ

る。なお、バーナ燃料としては、メタノールタンク20のメタノールが利用される。

【0041】このようにして、水蒸気発生部22aにおいて発生した水蒸気や、昇温されたメタノールは、エアブロー22dからの推進力により、改質部22bに導入される。この改質部22bにはさらに、空気供給手段4からの空気も供給される。

【0042】改質部22bは、水蒸気発生部22aにおいて昇温されたメタノールを改質して水素ガスを生成す



【0045】これらの反応式(1)および(2)から明らかなように、水蒸気改質反応や部分酸化反応が起これば、水素ガスと同時に、二酸化炭素が副生する。そして、酸化が不十分であれば、一酸化炭素も副生されてしまう。このように、改質部22bにおいては、供給されたメタノールが、一酸化炭素や二酸化炭素を含む水素リッチな燃料ガスが生成され、この燃料ガスが、エアブロー22dからの推進力により変成部22cに導入され

る。この変成部22cには同時に、空気供給手段4からの空気が導入される。

【0046】変成部22cは、一酸化炭素を二酸化炭素に酸化する役目を果たすものであり、たとえば鉄-クロム系、銅-亜鉛系などの触媒が、金網などの適宜の担体に担持された状態で、変成容器内に充填された構成とされている。後述する燃料電池30(図2参照)では、通常、触媒としてのプラチナの存在下で水素ガスと酸素ガスとの反応が起こるが、一酸化炭素は、プラチナを被毒する作用がある。このため、燃料電池30に供給する燃料ガスの一酸化炭素濃度は、極力低いほうが望ましいことから、変成部22cにおいては、たとえば触媒の作用により、一酸化炭素が二酸化炭素に変成される。この燃料ガスは、エアブロー22dからの推進力により、三方弁10に送られる。この三方弁10は、燃料ガスを燃料電池スタック3に供給する状態と、バイパス切替弁11を介して空気供給手段4のバーナ40に供給する状態とを選択するためのものである。

【0047】三方弁10と燃料電池スタック3との間には、燃料電池スタック3に要求される電池出力、すなわ

るものであり、改質に適した触媒が改質容器内に充填されている。この場合に使用される触媒としては、たとえばCu-Zn触媒やNi系触媒などが挙げられ、これらの触媒は、通常、金網やハニカム担体などに担持された状態で改質容器内に充填されている。そして、Cu-Zn触媒を用いる場合には、改質容器内は、約250~300℃に、Ni系触媒を用いる場合には約800~900℃に加熱される。なお、改質部22bの加熱には、たとえば水蒸気発生部22aに設けられたバーナ22eの熱が利用される。

【0043】このような構成とされた改質部22bでは、水蒸気との反応である水蒸気改質反応(下記反応式(1))が主反応として起こり、また酸素ガス(空気)との反応である部分酸化(燃焼)反応(下記反応式(2))が競合して起こり、これらの反応により水素ガスが生成される。

【0044】

【化1】

ち消費される燃料ガス濃度の変動に対応すべく、サージング防止手段5が設けられている。このサージング防止手段5は、たとえばポンプ50、サージングタンク51、マスフローコントローラ52、および制御手段53を備えている。ポンプ51は、三方弁10に送られて来た燃料ガスを燃料電池スタック3に圧送するためのものである。サージングタンク51は、燃料電池スタック3での燃料ガス消費量が少ないときには、燃料ガスないし圧力を溜める一方、燃料ガスの消費量が多いときには、溜めておいた燃料ガスないし圧力を放出する。制御手段53は、燃料電池スタック3に要求される電気的出力に応じて、マスフローコントローラ52、すなわち流量を制御する。

【0048】ところで、燃料電池スタック3に対する出力要求が大きい場合には、燃料電池スタック3において多量の水素ガスが必要とされるが、水素ガス供給源からの燃料ガスのみでは対応できない状況下では、個々の燃料電池30内で水素ガスが欠乏した状態に陥りやすい。これに対して、先に説明したサージング防止手段5を設けた燃料電池システム1では、燃料電池スタック3に対する出力要求が大きい場合には、サージングタンク51内の燃料ガスが供給されて、個々の燃料電池30での水素ガスの欠乏状態に対応することとなる。このようにして、燃料電池スタック3に要求される電気的出力に対応して、マスフローコントローラ52によって流量が調整された燃料ガスが燃料電池スタック3に供給される。この燃料電池スタック3には同時に、空気供給手段4からの空気が導入される。

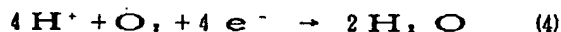
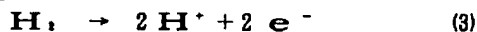
【0049】燃料電池スタック3は、図2に示したように、複数の燃料電池30を直列的に積層したものである。各燃料電池30は、正極部31、負極部32、および電解部33が、一対のプレート34、34の間に挟持された構成となっている。そして、隣り合う燃料電池30どうしは、1枚のプレート34を共用するとともに、このプレート34により実質的に仕切られている。

【0050】正極部31および負極部32は、集電体31a、32aと触媒層31b、32bとを有している。各集電体31a、32aは、たとえば導体粒を固めた多孔質体として形成されており、触媒層31b、32bは、たとえば炭素粒からなる多孔質マトリクスに、プラチナなどの適宜の触媒粉末を担持させたものとして形成されている。そして、図面上には表れていないが、負極部32の集電体32aおよび触媒層32bの少なくとも一方には、水素吸蔵手段としての水素吸蔵合金の粉末が固定されている。この水素吸蔵合金は、雰囲気状態に応じて水素を吸蔵し、また放出するものである。このため、燃料電池スタック3に要求される電氣的出力が大きく、各燃料電池30において消費される水素ガス量が多くて、燃料電池30内における水素ガスが欠乏した状態では、水素吸蔵合金から水素が放出される。一方、燃料電池スタック3に要求される出力がさほど大きくない状態では、水素吸蔵合金は供給された水素の一部を吸蔵する。このように、負極部32に水素吸蔵手段を設けた燃料電池30、ひいては燃料電池スタック3では、要求される出力が大きくなったとしても、上記したサージング防止手段5と同様に適切に対応することができる。

【0051】各プレート34は、たとえばステンレス鋼やチタン合金により形成されており、一面側に燃料ガス（水素ガス）供給用の溝部34aが設けられており、他面側に空気（酸素ガス）供給用の溝部34bが設けられている。そして、各溝部34a、34bを介して、負極部32には変成部22cからの燃料ガスが、正極部31には空気供給手段4からの空気がそれぞれ供給される。負極部32では、燃料ガス中の水素ガスが水素イオンと電子に解離され（下記反応式(3)）、正極部31では、空気中の酸素ガスが電子および電解部33を移動してきた水素イオンと反応して水が生成される（下記反応式(4)）。

【0052】

【化2】



【0053】このようにして生成した水は、たとえば燃

料電池スタック3から排出される空気とともに、空気供給手段4のバーナ40に供給される。このバーナ40には、燃料電池スタック3において反応しなかった水素ガスも、バイパス切替弁11を介して供給され、バーナ燃料として利用される。

【0054】空気供給手段4は、いわゆるターボアシストコンプレッサ41とバーナ40を有している。ターボアシストコンプレッサ41は、モータM、コンプレッサCおよびタービンTを有しており、バーナ40からの蒸気流れによりタービンTが回転させられる。このときのタービンTの回転力は、コンプレッサCに利用され、またモータMには電源から電氣的動力が加えられ、コンプレッサCが作動する。すなわち、コンプレッサCの動力源として、未反応水素ガスの燃焼によるエネルギーが利用されており、コンプレッサCを作動させるために電源を介して外的に加えられるエネルギーが最小限となるように工夫されている。そして、先にも述べたように、コンプレッサCにより、改質装置22の改質部22bや変成部22cの他、燃料電池スタック3に空気が供給される。

【0055】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の水素吸蔵手段を備えた燃料電池、およびサージング手段を別途設けた燃料電池システムでは、燃料電池に要求される電氣的出力が変動した場合であっても適切に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池システムを表すブロック図である。

【図2】燃料電池を説明するための断面図である。

【図3】従来の燃料電池システムを表すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 燃料電池システム
- 2 水素ガス供給源
- 3 燃料電池スタック
- 30 燃料電池
- 31 正極部
- 32 負極部
- 32a 集電体（負極部の）
- 32b 触媒層（負極部の）
- 33 電解部
- 34 プレート
- 34a 溝部（水素ガス供給手段としての）
- 34b 溝部（酸素ガス供給手段としての）
- 4 空気供給手段
- 5 サージング防止手段

(51) Int. Cl.⁷
H 0 1 M 8/10

FI

テーマコード' (参考)